

記事  
連番 0001

## Push型技術による ネットワーク教育システムの基本機能の開発

大池伸幸\* 安田孝美\*\* 横井茂樹\*

\*名古屋大学大学院人間情報学研究科 \*\*名古屋大学情報文化学部

名古屋市千種区不老町

{oike, yasuda, yokoi}@info.human.nagoya-u.ac.jp

あらまし

本研究ではインターネット上での新技術であるPush型技術を利用した、オンライン教育のための基本システムの開発を行った。インターネット上で最新情報を自動的に受け取ることが可能なPush型技術を利用することで、最新の教材を適切に学習者へ送り届けることができる。またクライアント側からは各学習者の進捗を逆に送信させることで、学習者にとっては全体の中での自分の進捗を理解でき、また指導者にとっては全体あるいは個別の適切な指導を行うことが可能となる。

キーワード Push型技術 遠隔教育 インターネット

## Fundamental Functions for Network Education System Using Push Technology

Nobuyuki OIKE\* Takami YASUDA\*\* Shigeki YOKOI\*

\*Graduate School of Human Informatics, Nagoya University

\*\*School of Informatics and Sciences, Nagoya University

Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya JAPAN.

{oike, yasuda, yokoi}@info.human.nagoya-u.ac.jp

Abstract

In this paper we developed a fundamental system for on-line education using Push technology that is a new technology on the Net. The most recent educational materials can be sent to learners by using Push technology. Sending the study status of each learner back to server, one can know his/her understanding level for the study. Teachers can also guide each learner in the most appropriate way.

Keywords Push Technolog Distance Education Internet

## 1. はじめに

近年、コンピュータを用いた教育が推進されている[1][2]。最近の各種学校では、コンピュータの設置に加えて、情報ネットワークであるインターネットを情報教育における主輪の両輪と捉え、インターネットを活用した先進的な試みが実施されている。

マルチメディアはそのインタラクティブ性やマルチメディア性といった長所を利用することで、効率的な学習教材を提供できる可能性の高いものである。しかし、現状のWWWの仕組みでは回線速度が遅い場合やデータ量が大きい場合、CD-ROMのようなオフライン媒体と比較して満足な表示速度が得られない場合が多い。そのため、学習者側に置かれたローカルのアプリケーションソフトである教材と、ネットワークの即時性というそれぞれの長所を取り込んだ教育システムの開発の必要性が生まれてくる。

従来のコンピュータを用いた主な学習システムとしては以下のものがある。

### (1) CD-ROM

豊富なコンテンツや大量のデータを扱い、高度なインタラクティブ性を持ち、文字、動画、音声等が扱えるマルチメディア教材である。学習者のコンピュータ上で動作する媒体であるため多彩な機能をスムーズに發揮できる。しかし、CD-ROMによる教材はひとつの完結的な教材であり、リアルタイムに情報のやりとりができないため、教育指導者による学習者の状況把握、新しい内容の追加といった柔軟性に欠けている。

### (2) Webブラウザ

インターネット発展初期ではWebブラウザがまだ未成熟で、テキスト表示が主なものであった。その後のWeb環境の進化によりインタラクティブ性、マルチメディア性が追加されたが、クライアント側で行われた内容の状態保存がサーバ側でしかできない問題は依然残っている。また、教材ソフトウェアの配布手段としてはftpサイトからの教材ソフトウェアのダウンロードが一般的であり、学習者はダウンロードを行った後、インストール、各種設定を行わなければならない。

### (3) Javaアプレット

Java言語で書かれたプログラムは、アプレット(applet)というクラスを継承することによりネットワークを経由しWebブラウザ上で起動することができる。Javaアプレットはネットワークからダウンロードし、実行するOSの種類に依存せずに動くことができる。アプレットの表現力は多彩で、高度なインタラクティブ性を持ち、動画、音声の表現も可能である。そのため、教育コンテンツアプレット作成にも自由度が高い。しかし、ネットワークからのダウンロードに時間がかかるという欠点もある。またコンテンツ製作者が内容を更新していても、それがクライアント側に自動的に伝わることはない。さらに、ブラウザを閉じると、折角ダウンロードしたJavaアプレットも破棄されることになる。そして個人の学習の成果を自分のローカルハードディスクに保存することもできない。

本研究ではPush型技術と呼ばれるインターネット上の新技術を利用して、ローカルで動作するアプリケーションソフト教材とネットワーク教材のそれぞれの長所を活かした教育システムの開発、提案を行う。

## 2. Push型技術の概要

プッシュ型技術を簡単に表現すればサーバからクライアントに自動的に最新情報が送られてくる技術である。「プッシュ」と言う言葉は従来のWeb技術に対して付けられた言葉である[3]。従来のWebシステムではユーザー自身が欲しい情報を手動でサーバに打診し、取り寄せるため「プル型技術」と呼ばれている。これに対し「プッシュ型技術」ではユーザー自身は最初の登録以後、情報の取り寄せには関係せず、自動的に新しい情報が送り込まれてくることから「プッシュ」と呼ばれている。

一般的なプッシュ型技術は基本的にはクライアント/サーバシステムで、コンテンツはWebサーバに置かれている。図1にプッシュ型技術の一般的な構成を示す。コンテンツの置かれたWebサーバとクライアントの間にプッシュ・サーバが置かれる。やりとりする情報の単位はテレビ

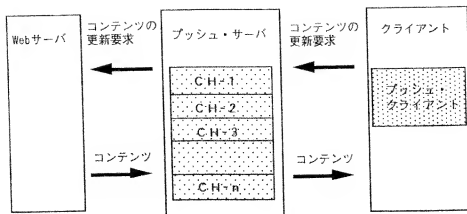


図1 プッシュ・システムの構成

等の放送システムになぞらえて「チャンネル (channel)」と呼ばれ、プッシュ・サーバの役割はそのチャンネルのコントロールである。

### 3. Push型技術を利用した ネットワーク教育システム

#### 3. 1 開発方針

本システムはネットワーク主体の教育システムを目的とするため、次の4点に留意して機能の開発を行った。

##### (1) 個性化

個々の学習者は異なった背景と能力を持っており、進度もそれぞれ違う[2]。本システムでは学習者の進度を分析し、適切な処置を講ずることを可能にする。

##### (2) 対話性、視覚化

教材の形態としては、質問を提示し、学習者に考えさせ、その答えを入力させる形式とする。また学習者が学習しやすいよう、容易なユーザーインターフェースを目指し、Javaアプレットにも対応させる。

##### (3) 競争心理

学習者全体の成績をリアルタイムにプッシュ・サーバで処理、管理し、他の学習者との順位等をプッシュ技術を用いて配信する。

##### (4) 通信機能の利用

メールアドレス表を提示し、学習者と教育指導者、学習者と学習者間で相互に会話でき、同じ場所にいなくても教育指導者は常に学習者全員とも個別にも指導を行うことを可能とする。

##### (5) 管理機能

学習者の成績をプッシュ・クライアントより、プッシュ・サーバにフィードバックさせる。そして、教育指導者のプッシュ・クライアントには個々の学習者と全体の成績についての最新情報が常に送り込まれる。

#### 3. 2 開発環境

本システムを開発するために用いた開発環境はJDK (Java Development Kit) 1.0.2であり、使用ソフトウェアはMarimba社のCastanet 1.0である。Castanet 1.0の動作環境はWindows 95 / NT, Macintosh, Solaris 2.x などさまざまなOSをサポートしており、本システムもそれに準ずる。なお、Castanetではプッシュ・サーバをTransmitter (以下トランスミッタと記す) と呼び、プッシュ・クライアントをTuner (以下チューナと記す) と呼ぶ。

#### 3. 3 システム概要

本研究では教育システムとして、トランスミッタを中心に学習者用チャンネルと教育指導者用チャンネルの2チャンネルが必要であり、これらの開発を行った。

本研究で開発したネットワークを介した教育システムの概略を図2に示す。各学習者は指定されたトランスミッタと接続し、教材をダウンロードする。その後の教材の追加等は差分更新で各学習者のチューナに配布される。教育指導者は教育指導者チャンネルを用い、トランスミッタに接

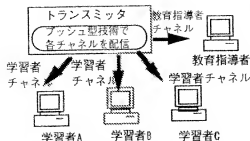


図2 ブッシュ型技術を用いた教育システム

えられていく学習者の情報配布されるのを待ち、各学習者に対し指導を行う。

各チューナで動作するチャネルとトランスミッタ間の通信は基本的にファイルのやりとりでデータの更新を行う。それらのファイルの内容については、次節以降「学習者チャネル」、「教育指導者チャネル」で各々述べる。

本システムを開発するにあたり、Castanetのアプリケーション配布システムを拡張した主な点は「更新イベントの発生」「トランスミッタ内のデータ処理」である。

#### (1) 更新イベントの発生

予め設定された更新スケジュール以外にも任意のイベント発生時に更新を行うようにした。また、学習者が教材を使った結果や成績等のデータを逆にトランスミッタへ渡す。

#### (2) トランスミッタ内のデータ処理

上記の強制的に行う更新イベントによってチューナから送られてくるファイル類の中から、書き換えられたデータを取り出し、それぞれのデータに適した処理を行う。

### 4. 学習者チャネル

#### 4.1 学習者チャネルの機能

学習者チャネルは「メイン」ウィンドウの下に「ドリル」「テスト」「復習」「コラム」の4つのウィンドウから構成される。学習者チャネルに含まれる機能は「学習者の識別」「全体状況の把握」「学習者の進捗」「柔軟性」である。

##### (1) 学習者の識別

学習者の個人を識別し、個人の能力、進捗に合わせた指導を行うために学習者個人個人の識別は重要な要素となる。本システムでは学習者個人の進捗、理解度を

集計し、フィードバックを行うための個人の識別に、名前ではなくTunerIDを用いる。TunerIDとは、各チューナに固有に割り当てられる12桁の文字列である。これは学習者の中に同じ名前が存在する可能性を考慮したものである。これを用いて各学習者のデータの処理解析を行う。

##### (2) 全体状況の把握

同じシステムを用いている学習者が更新イベントを発生させる度に、トランスミッタにその状況が伝えられ蓄積される。蓄積されたデータは、更新スケジュールに沿った更新、あるいは学習者が更新イベントを発生させて更新が行われたときにチューナに送り返され、即座に表示される。これにより、各学習者は全体の自分の進捗状況を常に把握できる。

##### (3) 学習者の進捗

本システムの教材内容は基本的に「Chapter」や「Level」に分けられたドリル形式の問題集で「Chapter」の最後には、そのChapterの「Test」問題がある。あるレベルから次のレベルに上がるためには、例えば全問正解などの条件をクリアする必要がある。一定の理解度を得なければ、次の問題に移ることができないこととした。

##### (4) 柔軟性

学習者はチューナを通じてチャネルをトランスミッタよりダウンロードする。始めに基本システムをダウンロードを行えば、それ以降はブッシュ型技術により変更部分だけ随時送られてくる。その後はアプリケーションソフトと同様に状態の保存ができる。この学習者チャネルには、テキストだけでなくJavaアプレット等、さまざまな教材を含むことが可能で、チャネルに新しい教材を付け加えても、更新時にその部分だけが送られてくる柔軟性を持っている。

#### 4.2 メインウィンドウ

学習者の画面に始めに現れるユーザ・インタフェース・ウィンドウである(図3)。このウィンドウで学習者自身の進捗や学習者全体の状況を確認し、学習する教材の選択を行う。また、メインウィンドウはフォルダ形式になっており、教科毎にページが割り当てられている。図

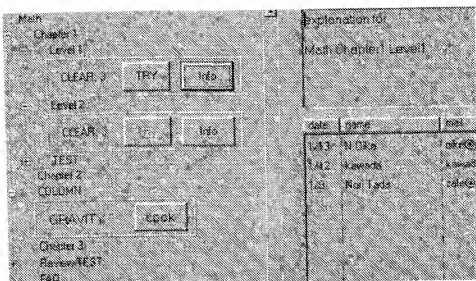


図3 メインウィンドウ

3は数学のページである。メインウィンドウの左半分がインデックスボックス、右上が選択した教材の内容を表示する説明ボックス、右下がメールリストテーブルとなっている。

(1) 登録

チャンネルを起動すると登録ウィンドウが現れ、学習者は始めに名前とメールアドレスの登録を行う(図4)。

**Registration**

Enter your information in this form.

Name:

E-mail:

図4 登録ウィンドウ

(2) 各学習者の状況表示

メインウィンドウは自分自身と全体の学習者の情報が提示されるウィンドウである。このウィンドウに表示される内容は次の4つである。

- (1) 自分自身の学習進度
- (2) 全体の学習者の進度
- (3) 教材と教材内容の表示
- (4) 教材をクリアした学習者の紹介

インデックスボックス(図3左)はツリー状に表示される教科毎の進捗状況を示すボックスである。基本パターンとして、ルートの下にはChapter、コラム、テストが配置されている。各ツリーの末端には選択した教材を開けるための「TRY」ボタン、情報を提示するための「info」ボタンが配置されている。

「CLEAR:」の右に表示されている数字は、このレベルの問題をクリアした学習参加者の数である。図3ではレベル1、レベル2ともに3人と表示されている。

レベル2の「TRY」ボタンの色が消えているのは、このボタンがまだ使えない状態ということを示す。使える状態にするにはその前の問題(ここではChapter1のLevel1)を全問正解する等の条件をクリアしなければならない。条件をクリアすることでボタンがアクティブになり、次の教材に移ることができる。また、以前にこのレベルの問題を解答途中で終了し、学習者チャンネルを再起動した場合は「Chapter」の文字が赤色で表示される。

「info」ボタンをクリックすることにより、説明ボックスにそのレベルの問題内容の説明が、また、メールリストテーブルに最近そのレベルをクリアした学習者の日付、名前、メールアドレスが表示される。このメールリストテーブルは「テスト」に関する表示のときはランキングテーブルに切り替わる。ランキング

テーブルで表示される内容は「順位」「名前」「メールアドレス」「スコア」「所要時間」である(図5)。

Rank	Name	E-mail	Score	Time
1	Y. Takagi	yutaka@kerry.kanagawa.ac.jp	7	2:30
2	K. Tanaka	kanaka@kita.kanagawa.ac.jp	6	2:45
3	M. Sato	sato@kita.kanagawa.ac.jp	6	3:15
4	D. Nakamura	dai@kita.kanagawa.ac.jp	6	3:30

図5 ランキングテーブル

#### 4.3 ドリルウインドウ

インデックスボックスから到達したレベルの「TRY」ボタン(図3)をクリックすることで、そのレベルで指定された問題が読み込まれ、ドリルウインドウが開く。このウインドウの機能は「問題の提示・解答」「中途終了時の状態保存」「終了時の更新イベント発生」である。

##### (1) 問題の提示・解答

このウインドウはフォルダ形式で2画面持っている(図6a, 図6b)。一方の画面で学習者に問題を提示し、答えを入力させ、他方の画面で正誤の表示を行う。

図6a 問題提示画面

図6b 正誤判定画面

この採点はクライアント側で行われ、ネットワークを用いないことが重要である。

本システムで教材として作成された問題集はドリル形式で、学習者が答えを入力すれば次の問題が提示される。そして「Pre.」ボタン、「Next」ボタンで見直しや、やり直しの再入力も可能になっている。また、学習補助機能としてメモパッド機能も有している。また、これらコントロール機能は基本的に各教材のウインドウで統一している。

##### (2) 中途終了時の状態保存

学習者があるレベルの問題を解いていく途中で、学習者のなんらかの都合によりそのレベルの終了条件に達しない状態でこのチャンネルを終了することがある。チャンネルを終了すると、途中の状態を保存するためのファイルをチューナのデータディレクトリに作成し、現在のレベルや解き終えた問題数、入力した答等をローカルで保存する。このためネットワークやサーバの負担を減らせることができ、また再起動時に学習者はデータが送られてくるのを待つ必要はない。チャンネル再起動時に、このファイルが存在すれば途中の状態のデータが読み込まれ、前回の続きから始めることができる。

##### (3) 終了時の更新イベント発生

学習者があるレベルの問題を解いていき、そのレベルの終了条件に達すると、この課程は理解したと見なされ「Submit」ボタンが使用できる状態となる。「Submit」ボタンがクリックされると、まず、前回に中途終了したために作成されたデータファイルが存在すれば消去されて再起動時の読み込みを防ぐ。次にこの学習者がこのレベルを終了したことをトランスミッタに伝え、トランスミッタの処理結果を受け取る。このときトランスミッタに処理させるために送るデータは「現在のレベル」「名前」「メールアドレス」「TunerID」であり、トランスミッタは蓄積されているデータにこれらを加え、「日付」のスタンプを押し送り返す。送り返されたデータはメインウインドウに送られ、即座にインストールされ両面が描き直される。

新しいデータの処理結果を送り返した後、トランスミッタは他の学習者からの同様の更新に備えて、書き直されたデータをファイルにして保存する。また、これとは別に教育者チャンネル用にファイルを作成し、個人データを保存する。他の学習者のドリルウィンドウから新データと更新要請が届いた場合、この処理を繰り返す。

#### 4. 4 テストウィンドウ

インデックスボックスからTESTの「TRY」ボタンをクリックすることで、そのテストで指定された問題が読み込まれ、ウィンドウが開く。このウィンドウでは、このChapterのテスト問題を制限時間内に学習者に解かせる。このウィンドウの機能は「問題の提示・解答」「誤答の記録」「終了時の更新イベント発生」である。

##### (1) 問題の提示・解答

学習者は提示された問題に対し制限時間内で答えなければならない。経過時間は本ウィンドウ下部にインジケータ表示される（図7a）。制限時間が終了か、「Done」ボタンをクリックすることで別ウィンドウが開き、テスト結果と所要時間が表示される（図7b）。

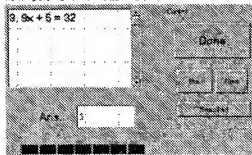


図7a テスト画面

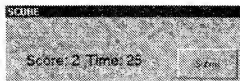


図7b テスト結果画面

##### (2) 誤答の記録

テストウィンドウでは、直接にテストの正誤の結果を表示しない。しかし学習者が間違った問題と、学習者による解答

がローカルに保存される。この誤答の記録はテストを行う度に追加、削除され復習ウィンドウに使用される。

##### (3) 終了時の更新イベント発生

制限時間をすぎると、「Done」ボタンをクリックすることで、図7bのウィンドウが現れる。ここの「Submit」ボタンをクリックすると、ドリルウィンドウと同様に、まずトランスミッタに更新要請に付け加えて処理するデータを送る。送られるデータは「テストの種類」「名前」「メールアドレス」「正答数」「所要時間」「誤答の記録」「TunerID」である。

トランスミッタは以前から蓄積されたデータを元に、送られてきたデータに対して「正答数」と「時間」でソートをかける。ここで、このテスト結果に対するランキングが作り直される。作り直されたランキングデータはメインウィンドウに送り返されランキングテーブルに表示される。また、トランスミッタ内では他の学習者からの更新に備えて、書き直された新しいランキングデータをファイルにして保存する。これとは別に教育指導者チャンネル用に作成されるファイルにも必要なデータを保存する。他の学習者のテストウィンドウから新データと更新要請が届いた場合、この処理を繰り返す。

「復習」及び「コラム」ウィンドウについては説明を省略する。

#### 5. 教育指導者チャンネル

##### 5. 1 教育指導者チャンネルの機能

教育指導者チャンネルに取り込まれている機能は「個別・全体状況の把握」と「個別・全体への指導」である。

##### (1) 個別、全体状況の把握

このチャンネルは個人の成績や進度、全体の成績を表示する機能を持っており、教育指導者はブッシュ型技術により、トランスミッタから定期的に送り込まれてくる各学習者の進捗状況をチェックしながら、個別対応、全体へのアナウンスが行える。また、蓄積されたデータを用いて新しい教材の開発が可能になる。

##### (2) 個別、全体への指導

画面表示されるデータの中には、名前とメールアドレスを同時に表示される。したがって、個人の成績や進度、全体の

成績表示から学習者の傾向を読み取り、適切な個別、あるいは全体指導が可能になる。

## 5. 2 成績表示ウィンドウ

このウィンドウで学習者個人、また、全体の情報を管理する。表示内容は「個人の学習進捗状況」(図8)「個人のテスト結果」(図9)「全体のテスト結果」(図10)である。

Chapter	Test	Results
Chapter 1	Test 1	Score: 100%
Chapter 2	Test 2	Score: 100%
Chapter 3	Test 3	Score: 100%
Chapter 4	Test 4	Score: 100%
Chapter 5	Test 5	Score: 100%
Chapter 6	Test 6	Score: 100%
Chapter 7	Test 7	Score: 100%
Chapter 8	Test 8	Score: 100%
Chapter 9	Test 9	Score: 100%
Chapter 10	Test 10	Score: 100%

図8 個人の学習進捗状況の表示

Chapter	Test	Results
Chapter 1	Test 1	Score: 100%
Chapter 2	Test 2	Score: 100%
Chapter 3	Test 3	Score: 100%
Chapter 4	Test 4	Score: 100%
Chapter 5	Test 5	Score: 100%
Chapter 6	Test 6	Score: 100%
Chapter 7	Test 7	Score: 100%
Chapter 8	Test 8	Score: 100%
Chapter 9	Test 9	Score: 100%
Chapter 10	Test 10	Score: 100%

図9 個人のテスト結果の表示

Chapter	Test	Results
Chapter 1	Test 1	Score: 100%
Chapter 2	Test 2	Score: 100%
Chapter 3	Test 3	Score: 100%
Chapter 4	Test 4	Score: 100%
Chapter 5	Test 5	Score: 100%
Chapter 6	Test 6	Score: 100%
Chapter 7	Test 7	Score: 100%
Chapter 8	Test 8	Score: 100%
Chapter 9	Test 9	Score: 100%
Chapter 10	Test 10	Score: 100%

図10 全体のテスト結果の表示

## 6. まとめ

本文ではPush型技術を用いて、従来のWWW上でのネットワーク教材の長所とローカルで動作するアプリケーションソフト教材のそれぞれの長所を活かした機能を持つネットワーク教育システムの基本機能を開発した。現在はPush技術の教育への可能性を確認するための基本機能の開発を行った所であり、教材は簡単な数式問題や英語問題、そしてJavaによる力学のCGシミュレーションを実装しているのみである。今後はより学習者を引きつける教材をJavaを用いて開発すると共に、児童、生徒に対する試用実験を行いたい。本研究の一部は、文部省科学研究費、振興科学振興財団、恒森情報科学振興財団の助成による。

## <参考文献>

- [1] 芦葉浪久: "コンピュータ教育のススメ", アスキー, 1991
- [2] Alfred Bork著, 塚本第一訳: "21世紀に向けた学校教育とコンピュータ", 丸善, 1991
- [3] "ブッシュ・テクノロジー", OPEN DESIGN, pp.146-156, Feb. 1998
- [4] Laura Lemay著, 松田晃一+小沼千絵+樋江井太訳: "MarimbaオフィシャルガイドCastanet", プレンティスホール, 1997
- [5] Danny Goodman著, 石川和也訳: "MarimbaオフィシャルガイドBongo", プレンティスホール, 1997